

EXAMEN D'ELECTRONIQUE INTEGREE - CORRIGE

1. Synthèse de Compteur synchrone 3 bits à bascules JK

1.

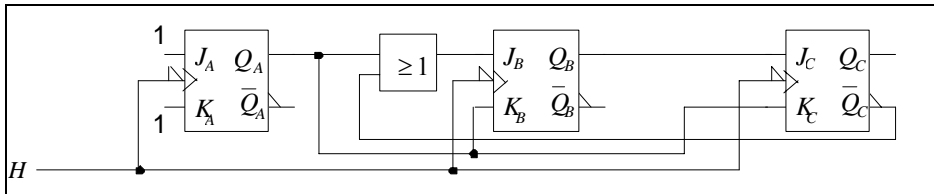
ABC	$J_A K_A$	$J_B K_B$	$J_C K_C$
111	X1	X1	X1
000	1X	1X	0X
110	X1	X1	1X
001	1X	0X	X0
101	X1	1X	X1
010	1X	X0	1X

Table des transitions (Synthèse)				
(Horloge active)				
Transition $Q_{n-1} \rightarrow Q_n$			J	K
0	→	0	0	X
0	→	1	1	X
1	→	1	X	0
1	→	0	X	1

$J_A$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>1 1</td></tr> <tr><td>01</td><td>1 X</td></tr> <tr><td>11</td><td>X X</td></tr> <tr><td>10</td><td>X X</td></tr> </table>	0	1	00	1 1	01	1 X	11	X X	10	X X	$K_A$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>X X</td></tr> <tr><td>01</td><td>X X</td></tr> <tr><td>11</td><td>1 1</td></tr> <tr><td>10</td><td>X 1</td></tr> </table>	0	1	00	X X	01	X X	11	1 1	10	X 1	$J_B$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>1 0</td></tr> <tr><td>01</td><td>X X</td></tr> <tr><td>11</td><td>X X</td></tr> <tr><td>10</td><td>X 1</td></tr> </table>	0	1	00	1 0	01	X X	11	X X	10	X 1	$K_B$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>X X</td></tr> <tr><td>01</td><td>0 X</td></tr> <tr><td>11</td><td>1 1</td></tr> <tr><td>10</td><td>X X</td></tr> </table>	0	1	00	X X	01	0 X	11	1 1	10	X X	$J_C$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>0 X</td></tr> <tr><td>01</td><td>1 X</td></tr> <tr><td>11</td><td>1 X</td></tr> <tr><td>10</td><td>X X</td></tr> </table>	0	1	00	0 X	01	1 X	11	1 X	10	X X	$K_C$ $AB \setminus C$ <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>00</td><td>X 0</td></tr> <tr><td>01</td><td>X X</td></tr> <tr><td>11</td><td>X 1</td></tr> <tr><td>10</td><td>X 1</td></tr> </table>	0	1	00	X 0	01	X X	11	X 1	10	X 1
0	1																																																																
00	1 1																																																																
01	1 X																																																																
11	X X																																																																
10	X X																																																																
0	1																																																																
00	X X																																																																
01	X X																																																																
11	1 1																																																																
10	X 1																																																																
0	1																																																																
00	1 0																																																																
01	X X																																																																
11	X X																																																																
10	X 1																																																																
0	1																																																																
00	X X																																																																
01	0 X																																																																
11	1 1																																																																
10	X X																																																																
0	1																																																																
00	0 X																																																																
01	1 X																																																																
11	1 X																																																																
10	X X																																																																
0	1																																																																
00	X 0																																																																
01	X X																																																																
11	X 1																																																																
10	X 1																																																																

$J_A = 1$ $K_A = 1$	$J_B = A + \bar{C}$ $K_B = A$	$J_C = B$ $K_C = A$
------------------------	----------------------------------	------------------------

2. Montage du compteur synthétisé :

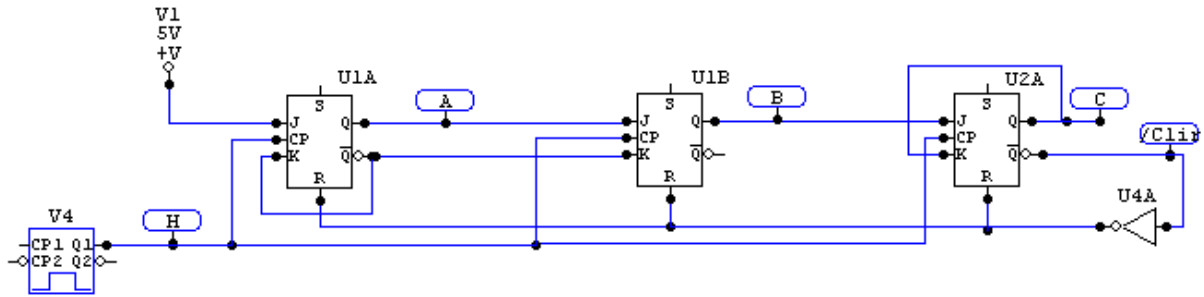


3. Etat futur de l'état ABC = 011 ? ABC = 111       $\begin{cases} J_A = 1 \\ K_A = 1 \end{cases}$        $\begin{cases} J_B = 0 \\ K_B = 0 \end{cases}$        $\begin{cases} J_C = 1 \\ K_C = 0 \end{cases}$

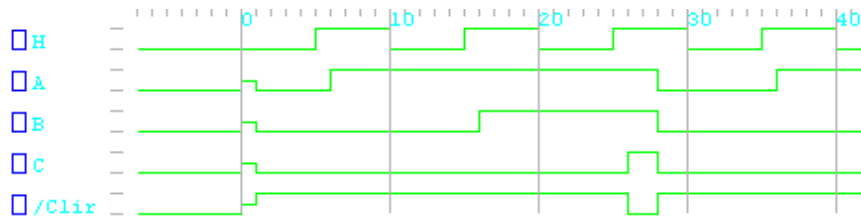
4. Etat futur de l'état ABC = 100 ? ABC = 010       $\begin{cases} J_A = 1 \\ K_A = 1 \end{cases}$        $\begin{cases} J_B = 1 \\ K_B = 1 \end{cases}$        $\begin{cases} J_C = 0 \\ K_C = 1 \end{cases}$

5. Compteur synthétisé :      Auto-correcteur OUI / NON

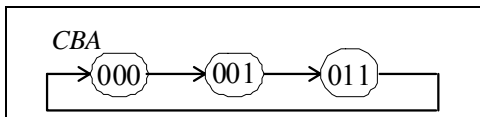
2. Compteur synchrone avec Remise à Zéro (RAZ)



1. Chronogramme : (état initial CBA = 000)



2. Séquence CBA des états du compteur ? :



3. Compteur auto-correcteur ?

Auto-correcteur **OUI / NON**

Car les états manquants du cycle sont d'une part ceux avec C = 1, ce qui provoque la RAZ et d'autre part l'état CBA = 010, qui a pour état futur immédiat CBA = 101, revient donc dans le cycle du compteur en 2 coups (l'état 101 revient à 000 par reset).

### 3. Représentation des nombres en machine : codage des entiers en code complément à 2

1. Codage sur 5 bits en code Complément à 2 des entiers (exprimés en Base 10) -8 et +12.

$$\boxed{-8 = 1 \ 1000} \quad 8 = 0 \ 1000 \rightarrow -8 (C1) = 1 \ 0111 \rightarrow -8 (C2) = 1 \ 0111 + 1 = 1 \ 1000$$

$$\boxed{12 = 0 \ 1100}$$

2. Addition de ces 2 entiers.

$$\boxed{-8 + 12 = 0 \ 0100 = 4} \quad 1 \ 1000 + 0 \ 1100 = 0 \ 0100 = 4$$

Résultat Correct **OUI / NON**

### 4. Représentation des nombres en machine : produit en flottant

1.

$$X = 12,5 = 2^k \cdot (1, \dots) = 8 \times 1,5625 = 2^3 \times (1 + 0,5625) = 2^{130-127} \times (1 + 0,5625)$$

$$s(1) = 0$$

$$e(8) = 130 = 1000 \ 0010$$

$$m(23) = 0,5625 = 100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = m_x$$

$$sem = 0100 \ 0001 \ 0100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = 41 \ 48 \ 00 \ 00_{(H)}$$

$$\boxed{12,5 = 41 \ 48 \ 00 \ 00}_{(HEXA)}$$

$$Y = -16 = -2^k \cdot (1, \dots) = -16 \times 1,0 = -2^4 \times (1 + 0,0) = -2^{131-127} \times (1 + 0,0)$$

$$s(1) = 1$$

$$e(8) = 131 = 1000 \ 0011$$

$$m(23) = 0,0 = 000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = m_y$$

$$sem = 1100 \ 0001 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = C1 \ 80 \ 00 \ 00_{(H)}$$

$$\boxed{-16 = C1 \ 80 \ 00 \ 00}_{(HEXA)}$$

2.  $Z = X \times Y = 12,5 \times (-16) =$

signe : **1** (xor entre les 2 signes des 2 opérandes)

exposant :  $1000 \ 0010 + 1000 \ 0011 - (127)_2 = 1000 \ 0010 + 1000 \ 0011 - 0111 \ 1111$   
 $= 1000 \ 0010 + 1000 \ 0011 + (-127)_{C2} = 1000 \ 0010 + 1000 \ 0011 + 1000 \ 0001$   
 $= 1000 \ 0110 (= 134_{10}) = 7 + 127 \quad (OK : 7 = 3 + 4)$

mantisse : Multiplication des mantisses  $m_x$  et  $m_y$  :

$$rq: (1 + m_x)(1 + m_y) = 1 + m_x \cdot m_y + m_x + m_y \rightarrow m_z = m_x \cdot m_y + m_x + m_y$$

$$1, m_x = \quad \quad \quad 1,1001 \ 0...0$$

$$\times \quad 1, m_y = \quad \quad \quad \times \quad 1,0 \ 0...0$$

-----

$$1, m_z = \quad \quad \quad 1,1001 \ 0...0$$

Pas de Normalisation à faire

$$\rightarrow m_z = 1001 \ 0...0 \quad \rightarrow \quad m_z(23) = 100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

Interprétation du résultat : Z

$$s(1) : 1$$

$$e(8) : 1000 \ 0110 \rightarrow e = 134 \rightarrow \text{exposant} = 134 - 127 = 7 \ \% \ 127$$

$$m(23) : 100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \rightarrow \text{mantisse} = 2^{-1} + 2^{-4} = 0,5625$$

$$sem = 1100 \ 0011 \ 0100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = C3 \ 48 \ 00 \ 00_{(H)}$$

$$Z = -1,5625 \times 2^7 = -1,5625 \times 128 = -200$$

$$\boxed{12,5 \times (-16) = C3 \ 48 \ 00 \ 00}_{(HEXA)}$$

Normalisation : **NON**

Vérification du résultat : Z

$$Z(\text{exact}) = -200 = 2^k \cdot (1, \dots) = 128 \times 1,5625 = 2^7 \times (1 + 0,5625) = 2^{134-127} \times (1 + 0,5625)$$

$$s(1) = 1$$

$$e(8) = 134 = 1000 \ 0110 = 7 \ \% \ 127$$

$$m(23) = 0,5625 = 2^{-1} + 2^{-4} = 100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

$$sem = 1100 \ 0011 \ 0100 \ 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = C3 \ 48 \ 00 \ 00_{(H)}$$

## 5. Machine de Von Neumann : chemin des données

R4	IR	MDR	MAR	PC	Y	bus 1	Bus 2	micro-instruction	Commentaire	
0x02	indéfini	indéfini	indéfini	0x03	indéfini	indéfini	Indéfini	indéfini	Etat initial	1
							0x03	PC out	(PC) → bus 2	2
						0x03		REPB	F = (PC) = 0x03	3
			0x03					MAR in	MAR = 0x03	4
						0x04		INCRB	F = 0x04	5
				0x04				PC in	PC = 0x04	6
		0xDD						Lecture	0xDD → MDR	7
							0xDD	MDR out	(MDR) → bus2	8
						0xDD		REPB	F = (MDR) = 0xDD	9
	0xDD							IR in	IR = 0xDD	10
							0x04	PC out	(PC) → bus 2	11
						0x04		REPB	F = (PC) = 0x04	12
			0x04					MAR in	MAR = 0x04	13
						0x05		INCRB	F = (PC) + 1 = 0x05	14
				0x05				PC in	PC = 0x05	15
		0xFB						Lecture	0xFB → MDR	16
					0x05			Y in	Y = (PC)	17
							0xFB	MDR out	0xFB → bus2	18
						0x00		ADD	F = (PC) + (MDR) = 0x05 + 0xFB = 0x00	19
				0x00				PC in	PC = 0x00	20

Adresse de l'instruction qui suivra l'instruction *BNZ R4, -5* dans l'exécution du programme : 0x00 = 0x03 - 5 + 2

NB1 : on est revenu au début du programme

NB2 : il est plus rapide de mettre PC dans Y puis additionner MDR que le contraire, en profitant des données présentes dans les bus.

Dans le cas où R4 a la valeur 0x00, l'étape *b*) doit-elle être effectuée ? Pourquoi ?

**NON**

L'instruction *BNZ R4, dep* ne provoque pas de saut car R4 = 0. Le programme continue donc en séquence une fois le déplacement lu (cf phase *a*) en bleu). Le Compteur Ordinal est mis à jour par incrémentation habituelle de la taille de l'instruction et désigne l'instruction suivante en mémoire (à l'adresse 0x05). **Il n'y a donc rien à faire** (pas de micro-programme en lieu et place de la phase *b*) en rouge.

## 6. Pipelining : Architectures Pipelines P1 et P2

### I. Pipeline P1

#### 1.

Dans le programme considéré, 1 bulle est introduite du fait de l'instruction LOAD car 1 instruction indépendante du résultat du LOAD est intercalée après le LOAD.

Le corps de la boucle comporte 5 instructions, le débit d'exécution vaut :  $\frac{5}{5+1} = \frac{5}{6} = 0.83$  instructions / cycle.

2. L'instruction 1 (LOAD) est suivie de 2 instructions indépendantes du résultat du LOAD, 0 bulles sont donc insérées dans le pipeline.

En négligeant le temps de remplissage du pipeline : le corps de la boucle comporte 5 instructions, 0 bulles sont donc générées toutes les 5 instructions.

Le débit d'exécution vaut :  $\frac{5}{5+0} = \frac{5}{5} = 1$  instructions / cycle.

### II. Pipeline P2

1. 1 bulle est générée.

En négligeant le temps de remplissage du pipeline : le corps de la boucle comporte 5 instructions. 1 bulle est donc générée toutes les 5 instructions.

Le débit d'exécution vaut :  $\frac{5}{5+1} = \frac{5}{6} = 0.83$  instructions / cycle.

2. Aucune instruction parmi les 2 instructions précédant le LOAD ne met à jour l'opérande R1 du LOAD, aucune bulle n'est donc générée.

En négligeant le temps de remplissage du pipeline : le corps de la boucle comporte 5 instructions, 0 bulle est donc générée toutes les 5 instructions.

Le débit d'exécution vaut :  $\frac{5}{5+0} = \frac{5}{5} = 1$  instructions / cycle.